

太陽と月の日周運動

岩 田 伸

この研究は、小学校4年「太陽と月」の単元の指導を念頭において、その指導の好機と指導法を検討したものである。天体の日周運動は、方位角と高度との時間変化でとらえられるが、ここではそれをウルフネットを用いて予知し、太陽と月の学習の好機を指摘する。さらに観測器具や観測方法についても検討し、太陽と月の学習がだれにでも容易に指導できる方途を探ろうとしたものである。

1. はじめに

理科の教材の中でも特に天体に関する指導が困難だという声を耳にする。これは、天体の学習が、直接天体を感じ、天体についてのデータを集めることから学習が進められるべきなのに、この直接経験を省略せざるを得ないような要因があることを示すものである。その要因の第1は、地域の気象や天候にまつわる要因であり、第2は、天体教材自身に内在する時間や空間の長大さと広大さであり、第3は、指導者の苦手意識であろう。この三要因が複合して、観察の好機を逃す、観察記録のないまま学習を進める、日周運動の規則性につかめない等の結果となり、天体はむつかしいという声になっている。

従来、「太陽」は2年生で、「月」は3年生で学習されてきた。今回の学習指導要領の改訂では、太陽と月に関する内容が集約されて、4年生で取扱うこととなった。ここでは、学年移動と内容の集約が同時に行われた新単元「太陽と月」に焦点を絞り、できるだけ子供自身が直接に太陽と月とをとらえる指導の方途をさぐってみたい。

2. 太陽と月の日周運動

天体は、毎日東から上って西へ沈む。あたかも天球が天体をのせたまま、東から西へ回転しているように見える。太陽も月もこの例外ではない。この日周運動をとらえるという活動が、小学校天体教材の中核である。

太陽の日周運動は、日頃経験しているのですぐ理解できるが、月の場合はちょっと複雑になる。それは、毎日光って見える部分が変わること、見える位置が、同時刻であっても日によって変化することに原因している。しかし、共に東から出て南の空を通り西へ沈むこと、及び両者とも球形であることなどは共通している。

月は満ち欠けし、新月から次の新月まで約30日要する。また、平均して月の出が毎日50分程遅れる。これらの様

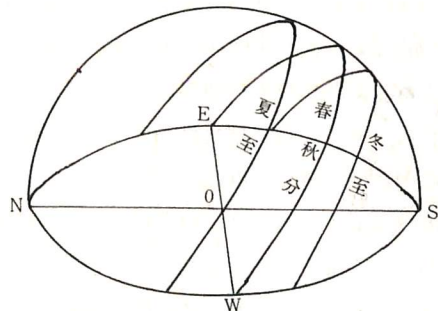


図1 天球上の太陽の軌跡

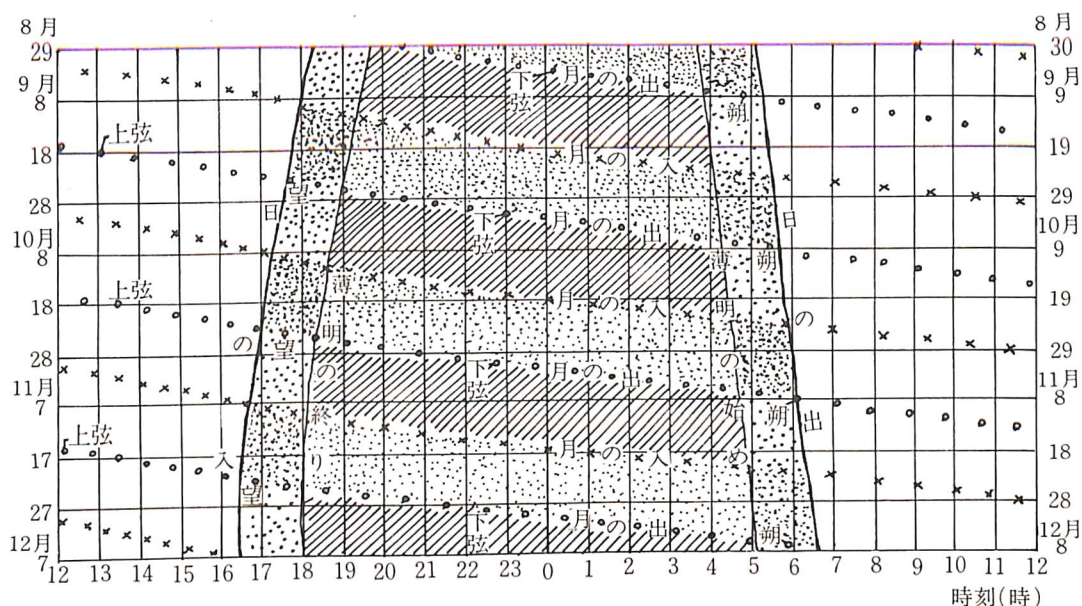


図2 太陽と月の出入り

子を図示すると図2になる。例えば、9月18日に眼をつけると、日の出が、4時10分ごろ、日の入りは17時45分ごろであり、この日、上弦の月が13時ころ出て、23時20分ころに没するということが読みとれる。児童が夕方から夜にかけて観察するのには絶好の日であることがわかる。

また、平均50分月の出の時刻が遅れるということから、月は、天球上を西から東へ動いているということもわかる。1日のうちでは、日周運動によって東から西へ動くのに、1日を単位にしてみると東から西へ動いたように見える。このことによって、月は太陽との位置関係が変化し、輝いて見える部分が変わって見える。これが、朔→上弦→望→下弦となっている。

2. 年間指導計画の作成

上図から、空をあおいだ時に月が観測できる確率はきわめて高いようにも思えるが、実際には、昼間は目につきにくいし、朔の日を中心に3・4日は見えないし、また、天気にも左右される。さらには児童の生活時間を考え、午後10時から午前6時までを睡眠とすると観測の機会はごく限られることになる。この限られた期間に有効な観察ができるような配慮が必要である。「太陽と月」の指導の適期は、55年度の場合は、9月1日から9月26日までと結論づけたい。その理由を考えてみる。

新潟の天気から 図3は、新潟における 年間の月別日照時間をもとにして表わした。5月はあとに述べる理由から不適であり、8月は休業中なので、9月しかチャンスはない。

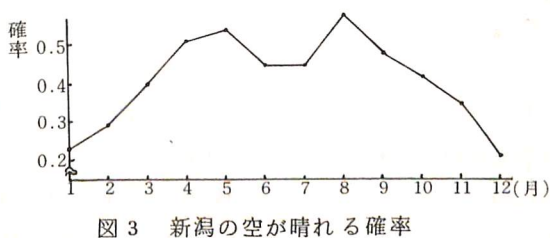


図3 新潟の空が晴れる確率

月の南中高度から 太陽の南中高度は夏至の日に高く、冬至の日は最も低い。春分、秋分では中程度の高さになり、一年でこの一サイクルが終る。月はどうかであろうか。月は1朔望月の間に、太陽が一年かかる一サイクルを終るのである。したがって、昨夜と今夜では著しく南中高度が違ってくるということになる。月のみえ方（位相）による違いを表1に示す。夏の満月は低い空を通り、冬の満月は高い空を通る。

表1 月の南中高度

	朔	上弦	望	下弦
春分	中	高	中	低
夏至	高	中	低	中
秋分	中	低	中	高
冬至	低	中	高	中

ところで、児童にとって、月のスケッチや位置を記録するという場合、高い空では不都合であるという。高い空の場合、方位でその位置を読みとることも、下の風景と一緒にスケッチすることも困難が多いというのである。せいぜい高度 50° が限度であり、それより高い場合は、東西南北の方位の感覚ではなく頭上という感覚になってしまう。表1から、児童の生活時間を考慮して、三日月、半月、満月を夕方6時、7時、8時に記録したとすると次のようになる。

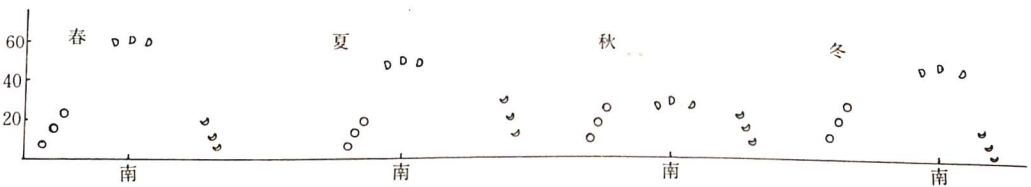


図4 季節によって、どんな記録がとれるか

上図から、春の上弦の月は高すぎて適当ではないことがよくわかる。全体的なバランスを考えると秋の月が適当である。

その他の要因 家庭での夜間の観察を考慮してあまり寒くない時期であること、ある程度夜の時間が長くなってからがよいこと、万一観測できなかった場合、10月に観測資料を補うことをも考え合わせ、9月に位置づけておくべきである。

3. 9月の月の指導計画

9月に指導するとして、いつどんな月が、空のどのあたりに観測できるのであろうか。ここでは、ウルフネットを用いて月の位相を求める方法と、任意の時間の月の方位角と高度を求める方法を紹介する。

月の満ち欠け 太陽、月、地球の相対的な位置によって地球から見える月面の明るい部分は変化する。月と太陽が同じ方向にきた時が新月である。この時、月は暗い半球を地球に向けているから地球からは見えない。新月は、太陽とともに出没する。新月から次の新月までは、30日かかるから1日には 12° ($360^{\circ} \div 30$) ずつ太陽との位置がずれる。

このことから、ウルフネットによって、任意の月の形を描ける。例えば月令3の月を描くとして、ウルフネットの中心Oから、 36° ($12^{\circ} \times 3$) の中心角を作り円周との交

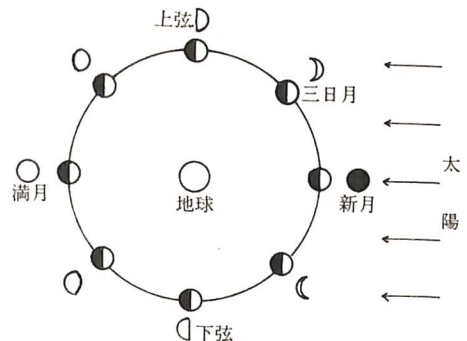


図5 月の満ち欠け

点Rから、OHへ垂線を下し、その足をMとする。ネットの目盛りにそってMに相当する曲線をひくと、これが、三日月の明暗境界線となる。

月の位置変化 任意の月の方位角と高度を求める時も、このウルフネットを利用するとよい。まず、ウルフネットにトレーシングペーパーを重ねて、ネット中央に×印をつけ、そこを観測地Oとする。地平線、天頂、天の北極などを記入する(図7a)。次に、トレーシングペーパーを、Oのまわりに回転させ、ウルフネットの極と天の北極とをあわせる。年表等より月の赤緯を読みとり、これに相当する小円を描く。次に月の出入りの時刻をもとに任意の時刻を小円上にプロットする(図7b)。さらに、天頂Zがもとの位置にくるように回転すると、地平座標に変換したことになり、方位角と高度

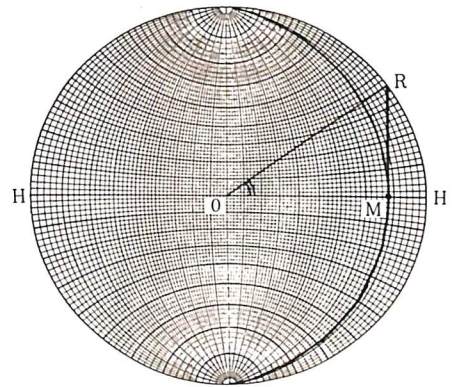


図6 月の明暗境界線の作図

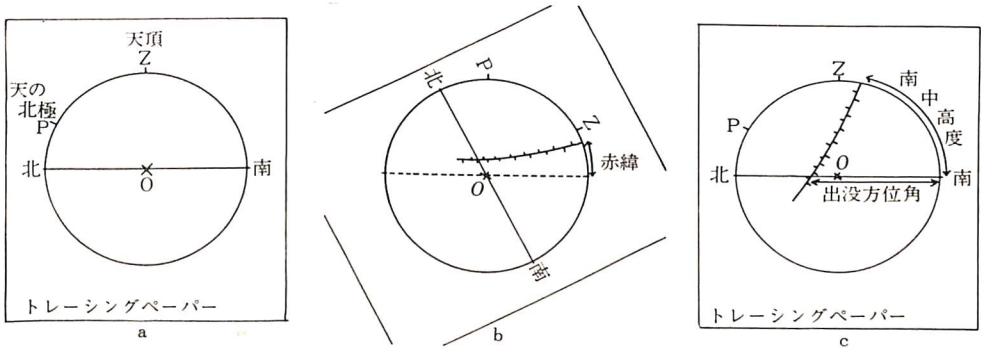


図7 ウルフネットにより、月の方位角と高度を求める

表2 昭和55年9月の「太陽と月」

日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
日令	21.2	22.2	23.2	24.2	25.2	26.2	27.2	28.2	29.2	1.1	2.1	3.1	4.1	5.1
形			下弦			あとの三日月				朔			三日月	
観測の好機	夜半～朝 oh～6h 第1次：朝の月				第2次：太陽の動き						夕方 17h～19h 第3次：三日月			
指導のポイント	1日(9時ごろ) ・今、月は見えるかな ・あの月は1時間後、どこへ動いていっているかな ・スケッチしておこう ・あすも月は見えるのだろうか				4日から11日のあいだの2・3日 ・太陽も動いているのか ・太陽はどう動くのかな ・動きを調べる方法は? ・記録をとってみよう ・記録をグラフに書いてみよう				12日 ・夕方月を見て、観測記録をとることを約束する。 13日 ・観測をもとにして話しあう。					

置に際しては、方位磁針を用いると測定値のばらつきが大きくて共通データになりにくい。特に鉄筋校舎の屋上などでは使用すべきでない。屋上やグラウンドに南北線を綱で張り、それをもとに固定した方がよい。家庭でも南北線を見つけて半永久的にするしをつけるなどの指導が必要だと思う。南中時の棒の影とか、北極星を利用すれば簡単に南北が求まる。

5. 実際の指導にあたって

児童が生き生きとして「太陽と月」の学習に取り組むための計画作りを中心に述べてきたが、ここではさらに、児童の興味や関心を盛り上げる指導の手だてを考えてみたい。

(1) 望遠鏡を利用する。

望遠鏡から投影板に写った太陽像を見た子供達は、「あっ、黒点がある」「動いてる」などの声をあげる。また、月をのぞいた時、「ヒュー、穴ばこだらけや」「あっ、写真と同じだ」といった声をあげる。

月を双眼鏡でのぞいてスケッチするのもおもしろい。ただし、太陽は、眼をいためるので注意する必要がある。



図9 望遠鏡で見た月

(2) 日周運動の写真

一枚のフィルム上に5分間隔で多重露出すると右のような写真ができる(ネオパンSS, $f: 8, 1/30$ 秒)。ここに学校の屋根とか、A君の家、地域の山なみなどの背景が写しこまれていればいっそう効果的であろう。教師が撮った写真は、教科書のそれよりも数倍の迫力をもって子供にせまる。

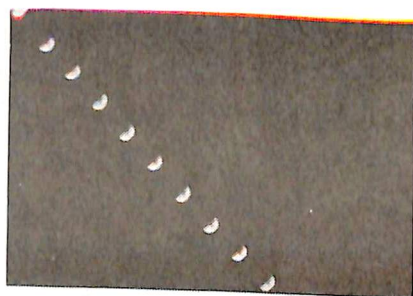


図10 月の日周運動

(3) 月と太陽を同時に観察する。

太陽と月が同時に空にある時、ピンポン玉を木に糸でつるしてながめて見よう。月とピンポン玉が近くに見える位置に立って、両者をながめてみる。太陽の光を受けて光る二つの月が観察できる。しかし、これを見て「太陽って遠くにあるんだー」という感じ方はしない。そこまで考えられるようになるのは、中学生になってからであろうか。

7. おわりに

私自身、天体の日周運動をとらえさせる指導があまかったことを反省し、どうしたらよいかを模索している。計画をしっかりと作ること、観察のチャンスを逃さないこと、観察記録をとること、これらがきちんとできれば、より効果的な指導ができるのではないかと考えながら筆を進めた。

実際にはどのように指導を進めたらいいのか、内容が集約されて学年が異動した新教材であるので、今後の実践的な研究の累積が必要となる。